

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-314503  
(43)Date of publication of application : 25.10.2002

(51)Int.Cl. H04J 11/00

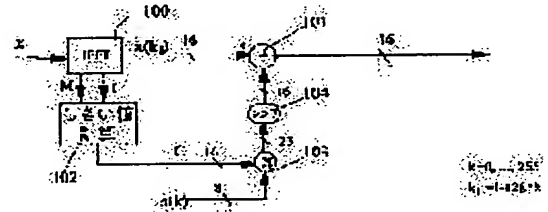
(21)Application number : 2002-104528 (71)Applicant : ZARLINK SEMICONDUCTOR INC  
(22)Date of filing : 01.03.2002 (72)Inventor : JIN GARY QU

**(30)Priority**  
**Priority number : 2001 200105185      Priority date : 02.03.2001      Priority country : GB**

**(54) PEAK REDUCTION IN DISCRETE MULTI-TONE SIGNAL WITHOUT GIVING EFFECT ON TRANSMISSION SIGNAL**

(57)Abstract:  
PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce a peak to average ratio (PAR) in a discrete multi-tone(DMT) signal and to prevent the signal from being distorted.

**SOLUTION:** This invention provides a method of including a step of generating a predetermined signature waveform and a step of subtracting the predetermined signature waveform from the DMT signal in the region of a signal peak whenever the DMT signal is above a predetermined maximum level, and provides a device for executing the method.



## LEGAL STATUS

01.03.2002

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-314503

(P 2 0 0 2 - 3 1 4 5 0 3 A)

(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002. 10. 25)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

H04J 11/00

識別記号

F I

H04J 11/00

テーマコード (参考)

Z 5K022

審査請求 有 請求項の数16 O L 外国語出願 (全14頁)

(21) 出願番号 特願2002-104528 (P 2002-104528)

(22) 出願日 平成14年3月1日 (2002. 3. 1)

(31) 優先権主張番号 0 1 0 5 1 8 5 . 3

(32) 優先日 平成13年3月2日 (2001. 3. 2)

(33) 優先権主張国 イギリス (G B)

(71) 出願人 501376051

ザーリンク・セミコンダクター・インコー  
ポレイテッド

カナダ国、オンタリオ、カナタ、マーチ  
ロード 400

(72) 発明者 ゲイリー ク ジン

カナダ国 オンタリオ、カナタ、リストン  
クレッセント 51

(74) 代理人 100066692

弁理士 浅村 皓 (外 3 名)

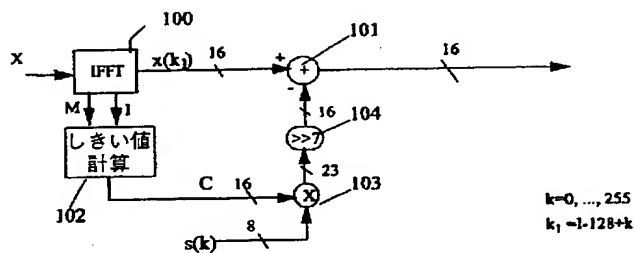
Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD19 DD23 DD24

(54) 【発明の名称】 送信信号に影響のないDMT信号のピーク減少

(57) 【要約】

【課題】 DMT信号においてPARを減少し、かつ信号歪みを生じないようにすること。

【解決手段】 所定の特性波形を形成すること、及びDMT信号が所定のレベルを越えるときは何時でも、信号のピーク領域において前記DMT信号から前記所定の特性波形を減算すること、の各ステップを含む方法、及びそれを実行する装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 DMT信号においてピークを減少する方法であって、所定の特性波形を形成すること、及び前記DMT信号が所定の最大レベルを越えたときは何時でも、信号ピークの領域において前記DMT信号から前記所定の特性波形を減算すること、の各ステップを含む、前記DMT信号においてピークを減少する方法。

【請求項2】 前記DMT信号が最初に時間領域信号 $x(k_i)$ を発生するIFFTユニットを通される、請求項1に記載の方法。

【請求項3】 前記IFFTユニットが前記信号 $x(k_i)$ の最大値を表す第1の出力Mと前記信号 $x(k_i)$ の最大値のアドレス位置Iを表す第2の出力Iを発生する、請求項2に記載の方法。

【請求項4】 前記絶対値 $|M|$ が所定の値を越えるとき、前記所定の特性波形が前記DMT信号より減算される、請求項3に記載の方法。

【請求項5】 前記特性波形が前記DMT信号より少ないサンプルをもち、前記特性信号が減算より前に最初に前記信号ピークと整列される、請求項4に記載の方法。

【請求項6】 前記特性波形が最初に縮尺係数で乗算されて前記DMT信号と整列される、請求項5に記載の方法。

【請求項7】 前記縮尺係数が前記絶対値 $|M|$ から決められる、請求項6に記載の方法。

【請求項8】 前記縮尺係数が下記等式から決められる請求項7に記載の方法。

$$C = (|M| - 0xXXXXXX) \times \text{sgn}(M)$$

ここで、0xXXXXXXは所定の数である。

【請求項9】 前記特性波形に前記縮尺係数を乗算した結果が最初に、前記結果におけるサンプル当たりのビット数が前記時間領域信号 $x(k_i)$ を表すビット数に整合するようにシフトされる、請求項7に記載の方法。

【請求項10】 前記特性波形が、所定の波形を波形修正回路を繰返し通過させ、前記波形変化がサンプル間で無視できるようになるか、または最大繰返し回数に達するまで、繰返される、請求項1から請求項9のいずれか1項に記載の方法。

【請求項11】 前記波形修正回路が、前記特性波形 $s(n)$ を時間領域において発生するIFFTユニットと、修正された時間領域特性波形信号 $s_i(n)$ を発生する波形拘束ユニットと、周波数領域の修正された波形信号 $S(k)$ を発生するFFTユニットと、帯域制限された周波数信号 $S_i(k)$ を発生するスペクトル拘束ユニットとを含み、前記周波数信号が前記繰返しの一部として、前記IFFTユニットに戻り通過される、請求項10に記載の方法。

【請求項12】 DMT信号においてピーク減少を実行する装置であって、所定の特性波形を発生する第1のユニットと、及び前記DMT信号が所定の最大レベルを越え

るときは何時でも信号ピーク領域において前記DMT信号から前記所定の特性波形を減算する第2のユニットとを含む、前記DMT信号においてピーク減少を実行する装置。

【請求項13】 前記第2のユニットが前記DMT信号から時間領域信号を発生するIFFTユニットを含み、前記時間領域信号が減算器に与えられる、請求項12に記載の装置。

【請求項14】 前記IFFTユニットが前記DMT信号における最大値と、その最大値の位置をそれぞれ表す2つの追加の出力をもつ、請求項13に記載の装置。

【請求項15】 前記追加の出力が、しきい値計算ユニットのそれぞれの入力に与えられ、前記絶対値が所定の値を越えるとき前記特性波形用の前記縮尺係数を発生する、請求項14に記載の装置。

【請求項16】 前記第1ユニットが所定の入力波形から時間領域信号を発生するIFFTユニットと、時間領域波形拘束ユニットと、修正された周波数領域波形を発生するFFTユニットと、前記修正された周波数領域波形のためのスペクトル制限ユニットとを含み、前記スペクトル制限ユニットの出力が前記IFFTユニットの入力に与えられ、繰返し処理により前記特性波形が発生されるようにする、請求項15に記載の装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】 本発明はデータ通信の分野に関し、特に離散的多周波(Discrete Multitone)(DMT)信号における信号ピークを減少する方法に関する。

【0002】

【発明の背景】 DMTすなわち離散的多周波は速いフーリエ変換(Fast Fourier Transform)(FFT)及び逆FFTを用いて、送信されるビットを多くの狭い狭帯域QAM変調されたトーン(tone)の中に各トーンの移送容量(transport capacity)に応じて割り当てる多搬送波送信技術である。これは勿論、送信条件によって変化する。この分野で良く知られているように、QAM(直交振幅変調(Quadrature Amplitude Modulation))は情報が搬送波の位相と振幅との変化で表される通過帯域(passband)変調技術である。

【0003】 DSLすなわちデジタル加入者線(Digital Subscriber Line)は無負荷の局用ループにより回路網サービスプロバイダと顧客設備(premise)との間の電気接続を与えるシステムである。DMTはDSLシステムで使用される変調の一般的形式である。DMTに基づくDSLシステムにおいては、信号の必要なピーク対平均比(PAR)はクリッピング(clipping)の起こる確率が(ガウス分布と見做して) $10^{-8}$ であるためには15dBである。

【0004】 大きなPARの値は信号のダイナミックレンジ(dynamic range)を破局的に減少するであろう。

一方、ピーク値は信号の飽和を惹起し、誤差は全ての副搬送周波数に広がるであろう。最悪の場合、信号の全ての構成 (frame) が消滅する。他方、もし PAR が増加して信号がクリップされる確率が小さくなると、ダイナミックレンジが失われる。PAR = 15 dB の場合、信号は正常にそのピークレベルの下方 15 dB で送信される。

【0005】DMTシステムにおいて、多重QAM配列 (constellations) は異なる搬送周波数で変調される。時間領域において、信号は変動レベルをもつ。通常、最大ピーク対平均の比はFFTの大きさに依存して27 dB から39 dBの範囲にある。信号のダイナミックレンジを増加して、PARを減少するため、DMTに基づくDSLシステムにおいて各種の方法が使用される。最も効率的な方法は特性波形 (signature waveform) として知られる特定の波形を使用することである。これは、ある時間領域において大きなピークをもち、他の時刻においては小さな値の時間領域信号である。信号が最大レベルより大きくなるときは何時でも、信号が飽和することがないように特性波形が信号から減算される。しかし、特性信号の付加は一般に送信信号に歪みを起こす。

【0006】従来のピーク減少システムは、例えばジェイ、テラド (J. Tellado) 及びジェイ、サイオフィ (J. Cioffi) による “多重搬送波送信システムにおける PAR 減少 (PAR Reduction in Multicarrier Transmission System)” ANSI 寄稿 T1E1.4/97-367、サクラメント、カリフォルニア (Sacramento, CA) 1997、12月及び、エイ、ギャザラ (A. Gatherer) 及びエム、ポレイ (M. Polley) による “DMT送信におけるクリッピング確率の制御 (Controlling Clipping Probability in DMT Transmission)” 1997 アシロマ会議 (Asilomar Conference) 1997、11月に記載されている。これら文献の内容を参照として本願に組み込む。

【0007】本発明の目的は上記問題を解決することである。

【0008】

【発明の概要】本発明は信号歪みを生じないか、またはそれを最小にする特性波形を提供する。特性波形は信号が最大レベルを越えるときは何時でもその信号のピーク位置から特性波形が減算されるように設計される。その結果信号は飽和しないであろう。そのような特性波形の設計の利点はPARを最大6 dBまで減少でき、送信信号に歪みが生じないことである。送信信号はピーク削減の後にも歪みがない。

【0009】従って本発明はDMT信号においてピーク減少を行う方法を提供し、その方法は、所定の特性波形を作成すること、及び前記DMT信号が所定の最大レベルを越えるときは何時でも信号ピーク領域において前記DMT信号から前記所定の特性波形を減算すること、の各ステップを含む。

【0010】好ましい実施例において、前記特性波形は所定の出発波形からはじめ、それを時間領域拘束ユニット、周波数領域拘束ユニットを通すことの反復処理により発生される。

【0011】代表的に特性波形は時間領域DMT出力信号と整列し、前記時間領域DMT出力信号の最大値から導かれる縮尺係数 (scaling factor) で乗算される。その結果はビットシフトに通されて、その結果のサンプル当たりビット数が時間領域DMT信号のサンプルのビット数に整合するようにする。

【0012】本発明はまたDMT信号のピーク減少を実行する装置を提供し、その装置は所定の特性波形を作成する第1の回路、及び前記DMT信号が所定の最大レベルを越えるときは何時でも信号のピーク領域において前記DMT信号から前記所定の特性波形を減算する第2の回路を含む。

【0013】本発明を添付の図面を参照してより詳細に但し例示の目的で説明する。

【0014】

【発明の詳細な説明】上述のように、本発明の目的は送信される信号のPAR (ピーク対平均の比) を減少することである。本発明の原理によれば上記目的は、信号が所定の最大レベルを越えるときは何時でもその信号から前記特性波形を減算することにより達成される。その結果信号は飽和しないであろう。

【0015】本発明は前記特性波形用に僅かなビットと短いベクトルとを使用するので、必要なメモリと計算とが最小となる。また、後で定義される値Cを注意深く選択することにより、6 dBの最大PAR減少を達成し、最小の信号歪みを維持することが可能である。特性波形  $s(k)$  は最大値  $0 \times 7f$  ( $0x$  は16進法表示を示し、従って例えば  $7f$  は2進法表示による  $01111111$  である) をもった256バイトベクトル ( $256 \times 8$  ビット) で表される。

【0016】図1を参照すると本発明の実用的な実施例はIFFT (逆FASTフーリエ変換) ユニット100を含み、IFFTユニット100は周波数変調されたDMT入力信号Xを受け取って、16ビット数で表されるIFFT時間領域信号  $x(k_i)$  を出力する。出力信号  $x(k_i)$  は減算器101に与えられる。

【0017】一方、IFFTユニット100はDMTフレームの振幅 (M) の最大値を計算する。もし、時間領域信号 ( $x(k_i)$ ) の絶対最大値 ( $|M|$ ) が  $0 \times 08000$  より小さいときはPAR減少について何らの処理も必要とせず、比較出力Cはゼロに設定される。しかし、もし最大値 ( $|M|$ ) が  $0 \times 08000$  に等しいか、それより大きいときは、しきい値計算器102は一連のサンプルにおける最大値のアドレス位置 (I) を出力し次のステップを実行する：

【0018】もし、 $|M|$  が  $0 \times 0FFFF$  より大きい

ときは、 $|M|$ は最初所定の最大値 $0 \times 0 F F F F$ に飽和される。

【0019】特性波形が信号 $(x(k_i))$ から減算されるべきであるが、特性波形が僅か256バイトの長さであることに注目すると、特性波形を先ず信号ピークと整列させねばならない。また、前記信号が16ビットを含むのに対して特性波形は僅か8ビットサンプルを含むのみであることを忘れてはならない。

【0020】特性波形とピークとの整列は、 $[I-128: I+127]$ （プレフィックス、サフィックス、および窓(window)の付加前の)の範囲のアドレス $k_i$ においてIFFT出力サンプルを取り出し、適当な縮尺係数 $C$ で乗算された特性波形を減算することにより得られる。ここに $C$ は下記で決められる。

【0021】

$$|M| - ((C \times (0x0080)) \gg 7) = 0x08000$$

$$C = (|M| - 0x08000) \times \text{sgn}(M)$$

【0022】IFFT出力 $x$ のアドレス $k_i$ は循環的に拡張、すなわち、もし $k_i < 0$ であるなら、真のアドレスは $k_i + N$ 、ここで $N$ はFFT点の数(通常のDMTに基づくDSLシステムにおいては、 $N = 512, 1024, 2048, 4096$ 及び $8192$ )であり、もし $k_i > N - 1$ なら、真のアドレスは $k_i - N$ である。

【0023】8ビットのサンプルを含む特性波形 $s(k)$ はそこで乗算器103において縮尺係数 $C$ により乗算される。ここで $C$ は16ビットのサンプルを含む。結果は23ビットの数であり、その数はユニット104において右側に7ビットシフトされて16ビットの数を得られ、減算器101により $x(k_i)$ から減算され

$$S_1(k) = \begin{cases} S(k), & k \text{ が領域 1 にあるか、または所要のしきい値より小さい} \\ \gamma_1 \times \text{sgn}(S_1(k)), & k \text{ が領域 2 にあり、かつ } |S_1(k)| > \gamma_1 \\ \gamma_2(k) \times \text{sgn}(S_1(k)), & k \text{ が領域 3 にあり、かつ } |S_1(k)| > \gamma_2 \end{cases}$$

【0029】ここで、領域1は使用されない送信器周波数帯域に属する。この帯域は制限無しに特性波形用を使用できる。領域2は受信器周波数帯域に属し、対応するしきい値 $\gamma_1$ は受信帯域に対して所要の送信器スペクトルマスクに等しくなるように設定されるか、あるいは受信帯域において送信信号に制限が無い場合は、 $\gamma_1$ は受信帯域に発生するエコー信号が必要より小さくなるように設定される。領域3はデータビットが修正される送信器帯域に属し、 $\gamma_2(k)$ は配列距離(constellation distance)の $1/6 \sim 1/4$ に設定され、その距離は異なる周波数副搬送波 $(k)$ について異なる。

【0030】上記のしきい値の選択は特性波形が全ての可能な周波数帯域を使用して、インパルス関数(impulse function)に最も接近することを保証する。同時に、如何なる周波数要求をも違反することが無く、遠隔端末、近接端末の何れの受信器についても信号歪みを起

る。

【0024】特性波形の作成は図2に示されるように行われる。特性波形の計算は図2に示される。先ず、最初の周波数波形が選択され、周波数領域信号がIFFT201を通して時間領域特性波形 $s(n)$ が形成される。この信号はユニット202において必要なしきい値で検査され、しきい値以上の時間領域サンプルは修正され、修正された時間領域信号 $s_1(n)$ が発生される。この信号はFFTユニット203を通して周波数領域波形 $S(k)$ が形成される。

【0025】信号 $S(k)$ はユニット204において必要な周波数マスクに対して検査され、マスクを越える如何なる信号もマスクの要求に適合するように修正される。ユニット204の出力 $S_1(k)$ はIFFT201に戻され、上記処理が繰返され、順次の処理の間の波形の変化が実質無視できるようになるか、または最大繰返し回数に到達するまで、繰返される。

【0026】ユニット202の時間領域しきい値の一例は次の通りである。

$$s_1(n) = \begin{cases} 1, & n=128; \\ s(n), & |s_1(n)| \leq 0.5, n \neq 128 \\ 0.5 \times \text{sgn}(s(n)), & |s_1(n)| > 0.5, n \neq 128 \end{cases}$$

【0027】上記の等式において、特性波形の中心点は $n=128$ に中心があり、しきい値は定数0.5である、と見做される。

【0028】ユニット204の周波数領域マスクの一例は次の通りである。

$$S_1(k) = \begin{cases} S(k), & k \text{ が領域 1 にあるか、または所要のしきい値より小さい} \\ \gamma_1 \times \text{sgn}(S_1(k)), & k \text{ が領域 2 にあり、かつ } |S_1(k)| > \gamma_1 \\ \gamma_2(k) \times \text{sgn}(S_1(k)), & k \text{ が領域 3 にあり、かつ } |S_1(k)| > \gamma_2 \end{cases}$$

さない。

【0031】本発明はPAR減少についての効果的な実行を提供する。特性波形の設計はインパルス関数に最も接近すると同時に、送信器信号、受信器信号の双方に歪みを生じさせず、または歪みを最小にする。

【0032】上述の方法は僅かな量のメモリと僅かな計算とで実行できる。適当なパラメータを用いることによりPAR減少を最大にすることができる。

【0033】特性波形の作成の繰返しの方法は特性波形の最適選択を保証する。全ての可能な周波数帯域が使用されて最適の特性波形が作成される。

【図面の簡単な説明】

【図1】信号のPARを減少する回路の一実施例を示す。

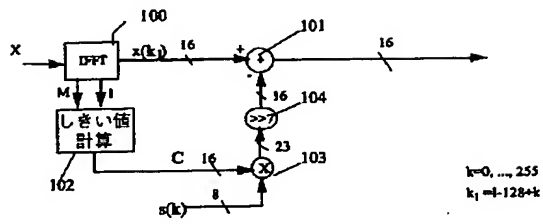
【図2】特性波形の計算を説明するブロック図である。

【符号の説明】

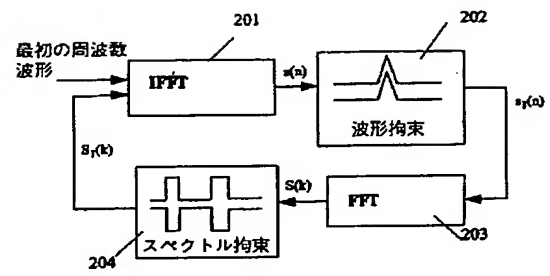
101 減算器  
102 しきい値計算器

103 乗算器  
104、202、204 ユニット

【図 1】



【図 2】



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox**